

PAT-NO: JP357127560A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 57127560 A  
TITLE: CONTINUOUS CASTING METHOD  
PUBN-DATE: August 7, 1982

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUZUKI, MIKIO	
MIYAHARA, SHINOBU	
TERAO, SEITA	
ISHIKAWA, MASARU	
MORI, TAKASHI	

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON KOKAN KKN/A	

APPL-NO: JP56012776  
APPL-DATE: January 30, 1981

INT-CL (IPC): B22D011/16 , B22D011/16

## ABSTRACT:

PURPOSE: To cast a beautiful ingot of less surface flaws efficiently by comparing the measured stress value of the side walls of a mold and its fluctuation values with a preset critical distortion value and critical distortion fluctuation value, and controlling casting operation conditions.

CONSTITUTION: A strain gage 3 having the coefft. of thermal expansion equal to the coefft. of thermal expansion of the side wall 1 of a mold is fitted on the rear surface of the wall 1 made of copper in contact with a cooling box. A lead wire 4 fitted to the gage 3 is led out to the outside through a pipe 5 made of stainless steel and is connected to a bridge box 6. The measured value measured with the gage 3 is passed through a dynamic strain gage amplifier 7 and a scanner 8 via a bridge box 6, and is converted to a digital signal with a digital voltmeter 9 and this is inputted to a computer 10. While the computer 10 calculates the magnitude of the quantity of distortion and the distortion fluctuation value during steady casting, it is inputted with the preset critical distortion quantity and critical distortion fluctuation quantity from a storage device 11

and compares both of them. The result thereof is stored with a printer 12, and is outputted as an alarm signal from an alarm device 13.

COPYRIGHT: (C)1982,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)  
⑭ 公開特許公報 (A)

⑮ 特許出願公開  
昭57—127560

⑯ Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 22 D 11/16

識別記号  
1 0 1

庁内整理番号  
8116—4E  
8116—4E

⑰ 公開 昭和57年(1982)8月7日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑱ 連続鋳造法

⑲ 特 願 昭56—12776

⑳ 出 願 昭56(1981)1月30日

㉑ 発 明 者 鈴木幹雄

福山市大門町津之下161—38

㉒ 発 明 者 宮原忍

福山市大門町大門326—1

㉓ 発 明 者 寺尾精太

福山市青葉台2丁目243番地

㉔ 発 明 者 石川勝

福山市大門町大門324—1

㉕ 発 明 者 森孝志

福山市引野町456—13

㉖ 出 願 人 日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目1  
番2号

㉗ 代 理 人 弁理士 堤敬太郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

連続鋳造法

2. 特許請求の範囲

連続鋳造用鋳型の各側壁の背面上にひずみゲージを取付け、前記ひずみゲージにより、鋳造中に生ずる鋳型各側壁のひずみを連続的に測定し、かくして得られた鋳型側壁のひずみ測定値と、その変動値とを、予め設定された前記鋳型側壁の臨界ひずみ値および臨界ひずみ変動値と比較し、この比較結果に基づいて鋳造操作条件の制御を行なうことを特徴とする連続鋳造法。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、連続鋳造において、鋳造中の鋳片の表面性状を知り、これに基づいて鋳造条件を制御することにより表面性状の良好な鋳片を鋳造し、

またブレークアウトの発生を防止して、安定した高速鋳造を行なうことができる連続鋳造法に関するものである。

連続鋳造により製造された鋳片を、その表面手入れを行なうことなく、高温状態で圧延することができれば、省エネルギー、手入れ歩留りの向上および省力化の面から、莫大なメリットが生ずる。

鋳片の無手入れによる高温圧延を実施するためには、鋳片の表面疵を安定して低減せしめる鋳造技術が必要となる。一方、鋳造中に鋳片の表面疵発生が予測できれば、その情報に基づいて鋳造条件を変更して、表面疵の発生を防止し、または最少限にすることができ、更に鋳片に対する表面手入れの必要の有無も判定可能となる。

また最近、連続鋳造機の生産性を高めるため、その鋳造速度を増大し、安定した高速鋳造を行なう技術の確立が望まれているが、鋳造速度を高速にすると、ブレークアウトの発生頻度が高まり、また鋳片の表面性状が悪化する問題が生ずる。

ブレークアウトは、周知のように、鋳造時のト

ラブル中、最悪の事故の一つであり、一度ブレークアウトが発生すると、その理のために鋳造作業を数時間停止せざるを得ず、その防止対策の確立が望まれている。従つて、ブレークアウトの発生を事前に予知し、鋳造条件の変更等によつてその発生を未然に防止できれば、連続鋳造操業上、その効果が極めて大きい。

鋳片の表面性状の判定は、従来、鋳片の手入れ作業段階で行なわれていた。しかし鋳片の手入れ作業は、鋳造後、数時間経過してから行なわれるため、手入れ作業時に鋳片の表面性状不良を知り、これにより鋳造操業条件を表面性状の良質な鋳片となるように変更しても、前記変更がなされるまでには相当の時間が経過し、その間に大量の表面性状不良の鋳片が鋳造される問題があつた。

上記問題を解決し、鋳片表面性状を迅速に知る手段として、最近次のような技術が提案されている。

- (1) テレビカメラによる鋳片表面の直接観察
- (2) 鋳型と鋳片間の摩擦力の測定

リードバックし、迅速な処理を行なうことは困難であつた。

本発明者等は、上述した問題を解決し、鋳造条件、例えば鋳込温度・鋳片引抜速度・パウダー銘柄の変更・モールドテーパ・モールド振動数・モールド振幅・モールド冷却水量・メニスカスの位置等の値かな変動にも、直ちに追従し変化するパラメータとして、鋳造中鋳型側壁に発生するひずみに着目し、種々研究を重ねた。その結果、鋳型側壁に発生するひずみ、およびひずみの変動量は、鋳造条件の変動に対して極めて敏感に反応し、特にブレークアウトのような重大なトラブルの発生前には、鋳型側壁に大きなひずみが生ずることを知見した。

この発明は、上記知見に基づいてなされたもので、連続鋳造用鋳型の各側壁の背面上にひずみゲージを取付け、前記ひずみゲージにより、鋳造中に生ずる鋳型各側壁のひずみを連続的に測定し、かくして得られた鋳型側壁のひずみ測定値と、その変動値とを、予め設定された前記鋳型側壁の臨

### (3) 鋳型温度の測定

しかし、(1)の方法は、観察のために専任の作業員を必要とし、また画像処理技術が必要となるため、鋳片の表面性状悪化がわかつても迅速な対応ができず、また観察記録の保存のために、大量の録画をとる必要がある等の問題があつた。

(2)の方法は、鋳型と鋳片間の摩擦力を測定し、その摩擦力が所定値より大きくならないように鋳造条件を制御するものであるが、この方法では、ブレークアウトのように極めて大きな異常は感知し得ても、投入パウダーの物性の相違等、定常的に発生する小さな操業条件の変化は感知できず、鋳片の表面性状を適確に予知することは困難であつた。

更に(3)の方法は、鋳型側壁の温度を連続的に測定し、その温度変動量を演算処理してブレークアウトの予知と表面疵の発生状況を予測するものであるが、そのためには、鋳型側壁を多くの点で測温する必要がある。従つて、測温結果の演算処理に時間を必要とすることから、前記測温結果をフ

界ひずみ値および臨界ひずみ変動値と比較し、この比較結果に基づいて鋳造操業条件の制御を行なうことに特徴を有するものである。

次に、この発明を、図面と共に説明する。

第1図はこの発明方法に使用される測定演算システムの一例を示す説明図である。図面において、1は銅製の鋳型側壁、2は鋳型側壁1を冷却するための冷却水を供給する冷却箱で、鋳型側壁1の冷却箱2と接する背面上には、鋳型側壁1がもつ熱膨張率と同等の熱膨張率を有するひずみゲージ3が取付けられている。

ひずみゲージ3にはリード線4が取付けられ、リード線4は、冷却箱2内に設けられたステンレス製パイプ5を通して、冷却箱2の外に引出されている。なお、ひずみゲージ3の冷却箱2に面する周面は、防水処理が施されている。

冷却箱2の外に引出されたリード線4は、ブリッソボックス6に接続され、その出力は、通常のひずみ測定と同様に、動ひずみ計アンプ7、スクヤナー8を経て、デジタルボルトメータ9により

デジタル変換された上、計算機10に入力される。

計算機10ではひずみ量の大きさ $S_0$ と定常鋳造中のひずみの変動量 $\Delta S_0$ が算出され、一方、記憶装置11より、予め設定された臨界ひずみ量 $S_{c1}$ と、臨界ひずみ変動量 $\Delta S_{c1}$ が入力されて、両者の比較が行なわれる。

定常鋳造中のひずみの変動量 $\Delta S_0$ は、定常引抜速度のときの所定時間中に発生するひずみ量の最大値と最小値との差を常時算出することにより得られる。なお、前記所定時間は、鋳造条件により決定されるが、最小10秒、最大2分の範囲内で適時選択すればよい。

このようにして得られた鋳造各時期のひずみの変動量 $\Delta S_0$ は、臨界ひずみ変動量 $\Delta S_{c1}$ と比較し、その結果がプリンター12に記憶され、また、警報機13から警報信号として出力される。

上記したひずみゲージ3の鋳型側壁2に対する取付位置は、鋳型側壁2にひずみが最も大きく発生する位置が良く、鋳型長辺側壁の場合には、鋳片の幅変更による長辺側壁の幅変更を考慮し、最

小幅に合わせてその位置を決定する。一般的には、鋳型長辺側壁には、その高さ方向と幅方向との中央部と、前記中央部から左右方向に等間隔に各1ヶ所ずつの3ヶ所、また鋳型短辺側壁には、その高さ方向と幅方向との中央部の1ヶ所、即ち、鋳型側壁全体で8ヶ所程度にひずみゲージ3を取付ければよい。なお、ひずみゲージの取付け数を増し、その測定点を多くすれば、鋳片の表面性状は一層明確にはなるが、データ処理に時間がかかり、迅速性に欠ける問題が生ずる。なお、鋳型側壁におけるひずみの測定方向は、鋳片の引抜方向とすべきである。

次に、鋳型側壁のひずみ量と鋳造条件との関係について説明する。

第2図は、1ヒートの鋳造中における鋳型側壁のひずみ量の経時変化を、鋳片の引抜速度と溶鋼レベルと共に示したグラフである。このグラフは、鋳型短辺側壁のひずみ量の実測例であり、Aは側壁上端から200mmの位置のひずみ量、Bは同じく350mmの位置のひずみ量である。図面からわ

かるように、鋳型内に溶鋼が注入されると、鋳型側壁のひずみ量は直ちに变化し始め、鋳片の引抜が開始されて引抜速度が上昇するに伴い、ひずみ量も引抜速度と同じように変化する。そして、鋳片の引抜速度が一定となる定常状態時には、ひずみ量の平均値もほぼ一定となり、かつ短時間内での変動が生ずる。次いで鋳造末期になると、引抜速度の低下につれて、再びひずみ量は変動する。

上述した定常状態の鋳片引抜時におけるひずみ量 $S_0$ と、所定時間中に発生するひずみ量の最大値と最小値との差 $\Delta S_0$ の、鋳片引抜速度との関係を第3図に示す。図面から明らかな如く、 $S_0$ および $\Delta S_0$ は、引抜速度の増大と共に増加する傾向にある。

次に、 $S_0$ と $\Delta S_0$ の鋳造条件との関係について述べる。

#### (1) パウダーの影響

第4図は、鋼種が高張力40キロ級の厚板で、引抜速度を0.8 m/mmにより鋳造を行なつたときにおける、温度が1350℃のパウダーの粘性と、

$S_0$ および $\Delta S_0$ との関係を示したグラフで、同図から明らかなように、粘性の大きな不適性パウダーを使用すると、 $\Delta S_0$ は大となる。

#### (2) 鋳型側壁のテーパの影響

鋳型側壁のテーパが大になるほど $S_0$ は大になる。なお $\Delta S_0$ は、その値を極小値にするテーパ範囲を定めることができる。

#### (3) 鋳型の振動数および振幅の影響

$S_0$ 、 $\Delta S_0$ 共に殆んど影響を受けない。

#### (4) 鋳型の冷却水量の影響

冷却水量が所定量、あるいは±10%程度の変動量であれば、 $S_0$ 、 $\Delta S_0$ 共に殆んど影響を受けない。

#### (5) メニスカス位置の影響

第5図は、引抜速度を0.8 m/mmとして鋳造を行なつたときの、鋳型側壁の長さ方向の中央位置における $S_0$ 及び $\Delta S_0$ と、鋳型上端からのメニスカスの距離との関係を示したグラフで、メニスカスの位置が下がるに従い、 $\Delta S_0$ は大きくなり $S_0$ も若干増大する。

上述した  $S_o$  や  $J S_o$  の挙動は、鋳型側壁の温度の挙動と極めて似ており、鋳型側壁の温度が鋳片の表面疵と相関関係にあるのと同様に、 $\Delta S_o$  は鋳片の表面疵と極めて高い相関を示す。

従つて、 $S_o$  を連続的に測定し、 $J S_o$  を鋼種および鋳造条件により決定される臨界ひずみ量  $\Delta S_c^1$  以下となるような条件で鋳造を実施すれば、表面疵を安定して低減でき、またブレークアウトのような鋳造トラブルを未然に防止することができる。

第6図は、 $\Delta S_o$  と  $J S_c^1$  との比較によつて、鋳造条件の変更指令を行なうフローチャートの一例である。先づ  $\Delta S_o$  と  $\Delta S_c^1$  とを比較し、 $\Delta S_o < \Delta S_c^1$  であればそのままの条件で鋳造が行なわれる。 $\Delta S_o < \Delta S_c^1$  がNoであるときは、引抜速度が一定か変更可能かを判断した上、引抜速度一定(Yes)の場合は、次段階の  $\Delta S_o < \Delta S_c^2$  がYesかNoかが判断される。また引抜速度変更可能(No)の場合は、引抜速度変更回数とその限界回数(n)以下であれば、引抜速度変更指令が出され、限界回数(n)を超えていれば、次段階の前記  $\Delta S_o < \Delta S_c^2$  の判断が行なわれる。

では数mから数10m)の間、極度に悪化していることが観察される。

従つて、この間に鋳造条件の適切な変更を行なえば、ブレークアウトの防止が可能となる筈である。上述した鋳片の表面性状の異常が、ブレークアウト発生の数10分前から現われておれば、その間に鋳造条件を変更して、ブレークアウトの発生を防止することもできたが、ブレークアウトの発生の数10秒前に異常が生じた場合は、従来はブレークアウトの発生防止は困難であつた。

しかし、この発明方法によれば、鋳片の表面性状異常を感知する感度は高く、また応答時間も速いことから、ブレークアウトの発生の数10秒前に異常が生じて、正確にブレークアウトの発生を防止することができる。

第7図は、不適正パウダーの使用によりブレークアウトが発生したときの、ブレークアウト発生前の  $S_o$  および  $J S_o$  の挙動である。図面からわかるように、ブレークアウト発生前の  $S_o$  と  $\Delta S_o$  は、共に次第に増大している。従つて、このような  $S_o$  と

一方、前記  $\Delta S_o < \Delta S_c^1$  の判断がNoであるときは、パウダー変更回数とその限界回数(n)以下であれば、パウダー銘柄変更指令が出される。パウダー変更回数が限界回数を超え、その変更がNoのときは、次段階の  $\Delta S_o < \Delta S_c^1$  がYesかNoかが判断され、Noのときには最終段階の  $S_o < S_c$  がYesかNoかが判断される。前記  $S_o < S_c$  がYesであれば引抜速度変更指令が出され、Noであれば鋳片の引抜停止指令が出される。このような判断がすべて自動的に迅速に行なわれることにより、表面性状の優れた鋳片を正確に製造でき、かつブレークアウトの発生が未然に防止される。

次に、鋳造条件の変更を指令する臨界ひずみ量  $S_c^1$  と臨界ひずみ変動量  $\Delta S_c^1$  について説明する。臨界ひずみ量  $S_c^1$  は、ブレークアウトの防止を行なうために用いられる指示であり、鋳片の緊急引抜停止と、タンデイスチュストッパーの閉鎖を指示する。ブレークアウトの発生状況を調べてみると、鋳片の表面性状がブレークアウトの発生に至るまで、時間的に数10秒から数10分(鋳片の長さ

$\Delta S_o$  の挙動から、ブレークアウトを事前に予知することができる。ブレークアウト予知の条件は、 $S_o < S_c^1$  で、かつ、 $\Delta S_o < \Delta S_c^1$  の場合である。

次に、 $\Delta S_c^2$  は鋳片の引抜速度を変更するために用いられる指示であり、また  $\Delta S_c^3$  はパウダー銘柄およびロットの変更用いられる指示である。第8図は  $\Delta S_o$  と表面疵指数との関係を示すグラフでこの第8図および前述した第3～第5図から明らかのように、 $\Delta S_c^2$  および  $J S_c^2$  の値は、鋳片表面疵を所定レベル以下に維持するのに必要な値に定めることができる。鋳造条件の改善手段として、もつとも応答性が良好である手段は、鋳片の引抜速度の変更であり、パウダー銘柄の変更は、引抜速度パターンが規定されているときに有効な手段である。

次に実施例について説明する。

鋳型短辺側壁の背面の高さ方向と幅方向のほぼ中央部に、ひずみゲージを取付けた。そして、第1図に示した測定演算システムにより、30秒毎に  $S_o$  と  $\Delta S_o$  を計算し、第6図に示すフローチャー

トに従い警報信号を出力できるように構成した上、前記警報信号を操業アクションに結びつけ、制御する試験を行なつた。

また、第6図のフローチャートによる判断では、鑄片の表面性状に異常がない場合には、記憶回路に予め記憶させてある $\Delta S$ と表面疵指数 $Y$ との関係式に、演算記憶してある $\Delta S_0$ のデータを代入することにより、鑄造各位置の鑄片表面疵を推定した。上記の $\Delta S$ と表面疵指数 $Y$ との関係式は、次の通りであつて、第8図中の実線である。

$$Y = \alpha \Delta S_0 + \beta$$

なお、この試験では、 $\alpha = 0.049$   $\beta = -0.612$ とした。

一方、鑄造後の冷却された鑄片について、その表面疵の調査も併せて実施した。この結果、鑄片の表面疵を判定するのに、この発明方法の極めて有効であることが確認された。

第9図は、不適正パウダーを使用して本発明方法により試験鑄造を行なつたときの $S_0$ と $\Delta S_0$ を示すグラフである。鑄造の途中で引抜速度とパウダ

ー銘柄とを変更し、 $S_0$ と $\Delta S_0$ の経時変化と、鑄片表面性状の変化とを照合した。その結果、引抜速度の変更時および不適正パウダーの使用時には、 $S_0$ および $\Delta S_0$ は敏感に反応し、この発明方法の極めて有効であることが確認された。

以上詳述したように、この発明方法によれば、鑄造中の鑄片の表面性状を迅速適確に判定でき、これに基づいて鑄造条件を制御することにより、表面疵の少ない美麗な鑄片が効率的に鑄造され、鑄片の無手入れによる高温圧延の実施が可能となる。また、ブレークアウトの発生が事前に迅速に予知できるから、適切な対応処置をとることにより、ブレークアウト事故を確実に防止することができる。上述したように、この発明方法によれば、数々の優れた効果がもたらされる。

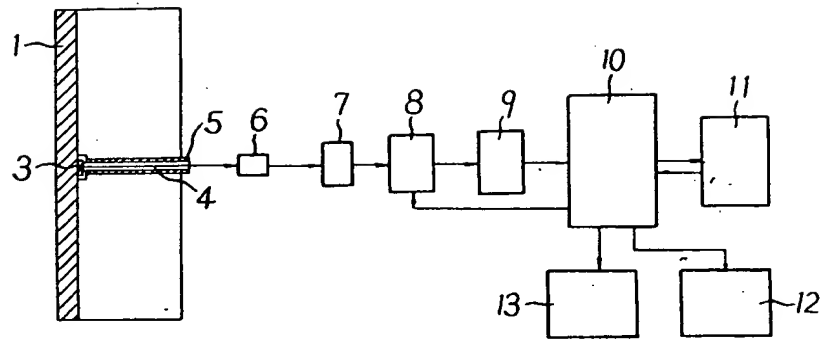
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明方法に使用される測定演算システムの一例を示す説明図、第2図は1ヒートの鑄造中における鑄型側壁のひずみ量の経時変化を

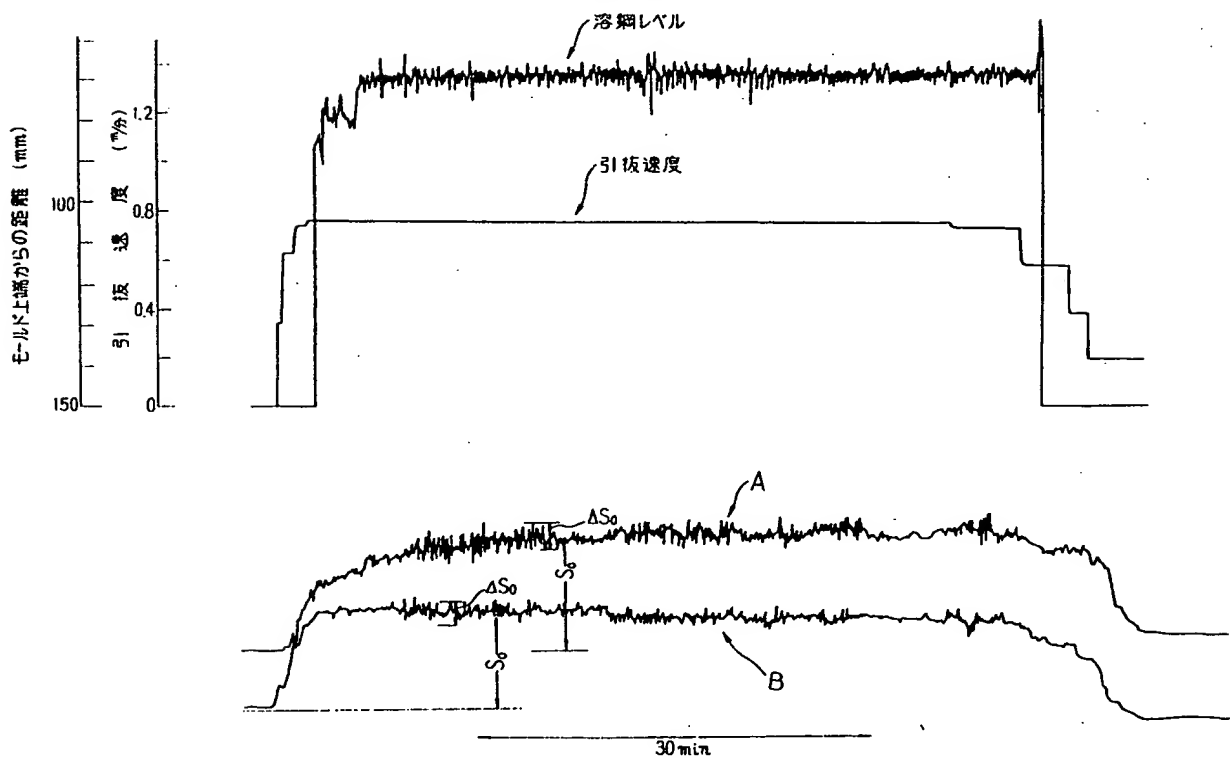
鑄片の引抜速度と溶鋼レベルと共に示したグラフ、第3図は $S_0$ と $\Delta S_0$ の鑄片引抜速度との関係を示したグラフ、第4図はパウダーの粘性と $S_0$ および $\Delta S_0$ との関係を示したグラフ、第5図は $S_0$ と $\Delta S_0$ のメニスカス位置との関係を示したグラフ、第6図は $\Delta S_0$ と $\Delta S_c$ との比較によつて鑄造条件の変更を行なう鑄造指令の一例を示すフローチャート、第7図はブレークアウト時の $S_0$ と $\Delta S_0$ の挙動を示すグラフ、第8図は $\Delta S_0$ と表面疵指数との関係を示すグラフ、第9図は不適正パウダーを使用して試験鑄造を行なつたときの $S_0$ と $\Delta S_0$ を示すグラフである。図面において、

- |                |              |
|----------------|--------------|
| 1 … 鑄型側壁       | 2 … 冷却箱      |
| 3 … ひずみゲージ     | 4 … リード線     |
| 5 … パイプ        | 6 … プリンシボックス |
| 7 … 動ひずみ計アンプ   | 8 … スキャナー    |
| 9 … デジタルボルトメータ | 10 … 計算機     |
| 11 … 記憶装置      | 12 … プリンター   |
| 13 … 警報機       |              |

第1図

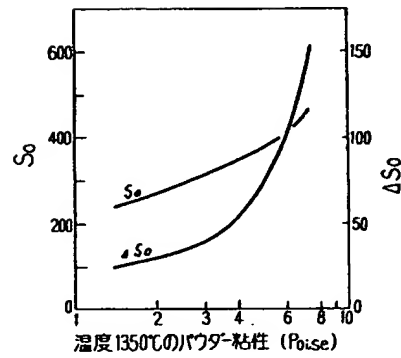


第2図

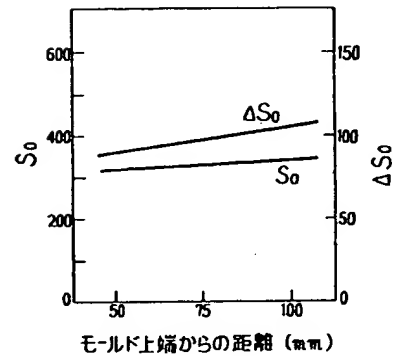




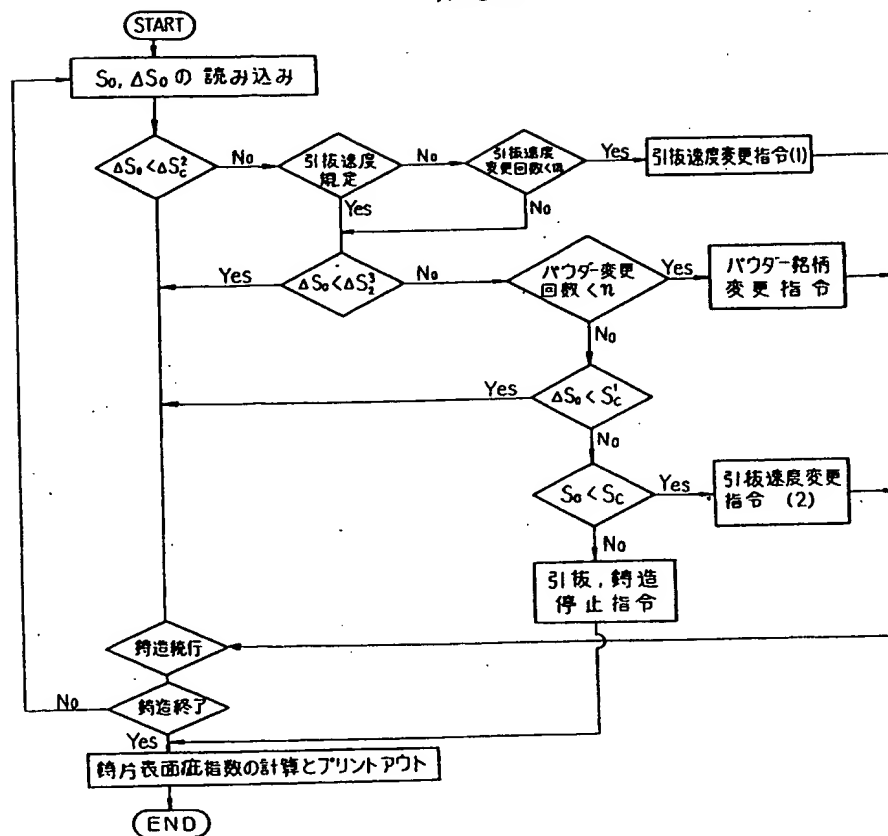
第4図



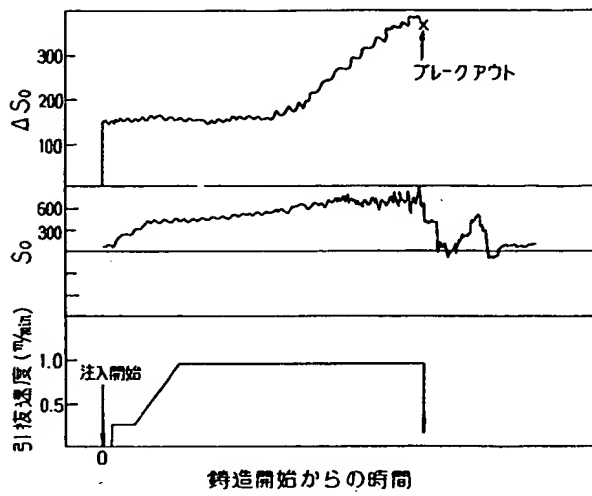
第5図



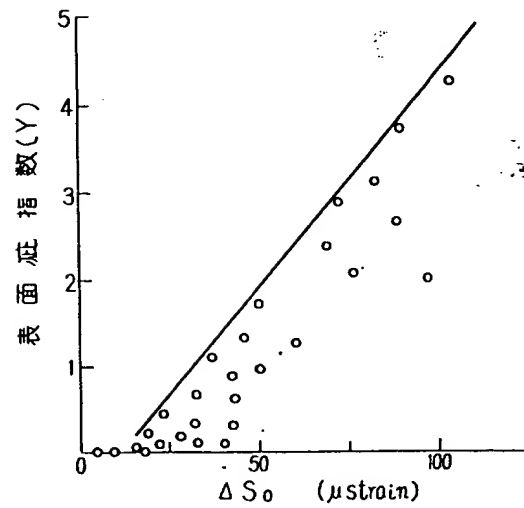
第6図



第7図



第8図



第9図

